

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 277/020

In re patent application of

Ci-moo SHONG, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: METAL WIRING METHOD FOR UNDERCUT

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

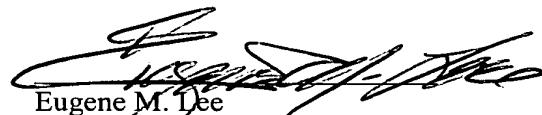
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-62608, filed October 17, 2002.

Respectfully submitted,

October 17, 2003  
Date



Eugene M. Lee  
Reg. No. 32,039  
Richard A. Sterba  
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.  
1101 Wilson Boulevard Suite 2000  
Arlington, VA 20009  
Telephone: (703) 525-0978

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0063608  
Application Number PATENT-2002-0063608

출원년월일 : 2002년 10월 17일  
Date of Application OCT 17, 2002

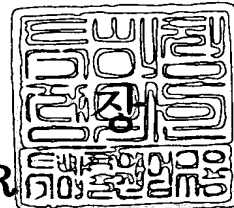
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 11 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.10.17
【발명의 명칭】	언더컷 메탈 배선방법
【발명의 영문명칭】	Metal line method even though it has undercut
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2000-046970-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송기무
【성명의 영문표기】	SHONG,CI MOO
【주민등록번호】	511223-1055716
【우편번호】	463-902
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동(이매촌) 삼환아파트 1104-102
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강석진
【성명의 영문표기】	KANG,SEOK JIN
【주민등록번호】	661009-1690912
【우편번호】	440-320
【주소】	경기도 수원시 장안구 율전동 419번지 삼성아파트 201-202
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정석환
【성명의 영문표기】	CHUNG,SEOK WHAN
【주민등록번호】	710213-1029930
【우편번호】	442-735

【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 산나무실극동아파트 615동 1902호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이문철
【성명의 영문표기】	LEE,MOON CHUL
【주민등록번호】	711126-1079810
【우편번호】	463-901
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동(이매촌) 삼성아파트 1003동 804호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정규동
【성명의 영문표기】	JUNG,KYU DONG
【주민등록번호】	721004-1257818
【우편번호】	442-724
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 롯데아파트 946동 806호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김종석
【성명의 영문표기】	KIM,JONG SEOK
【주민등록번호】	740606-1120819
【우편번호】	445-973
【주소】	경기도 화성군 태안읍 반월리 865-1 현대아파트 101-202
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	전찬봉
【성명의 영문표기】	JUN,CHAN BONG
【주민등록번호】	570508-1056610
【우편번호】	137-070
【주소】	서울특별시 서초구 서초동 1436-1(8/1) 현대APT 21/502
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

홍석우

**【성명의 영문표기】**

HONG, SEOG WOO

**【주민등록번호】**

730227-1095110

**【우편번호】**

604-840

**【주소】**

부산광역시 사하구 장림2동 244-6 30/4 우림아파트 1동 1108호

**【국적】**

KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

강정호

**【성명의 영문표기】**

KANG, JUNG HO

**【주민등록번호】**

650723-1901315

**【우편번호】**

442-370

**【주소】**

경기도 수원시 팔달구 매탄동 1217-7 삼성3차APT 1동 408호

**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
정홍식 (인)

**【수수료】****【기본출원료】**

13 면 29,000 원

**【가산출원료】**

0 면 0 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

5 항 269,000 원

**【합계】**

298,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통



**【요약서】****【요약】**

언더컷이 있어도 금속배선을 할 수 있는 방법이 개시된다. 이 방법은 MEMS 소자를 실리콘 기판에 설치하고, MEMS 소자가 설치된 실리콘 기판의 상부를 금속 배선연결을 위한 구멍이 형성되어 있는 유리웨이퍼와 접합하는 MEMS 패키징 공정에서 행해진다. 금속배선을 연결하는 방법은 구멍에 금속 박막을 증착하는 단계 및 증착된 금속 박막을 이온 밀링하는 단계를 포함한다. 본 발명에 의하면, 이온 밀러를 이용하여 언더 컷이 있는 비아홀상에 금속 배선을 연결할 때, 언더컷을 존재하여도 비아홀에 메탈 배선을 연결할 수 있다.

**【대표도】**

도 5

**【색인어】**

언더컷, 비아홀, MEMS, 이온 밀링

【명세서】

【발명의 명칭】

언더컷 메탈 배선방법{Metal line method even though it has undercut}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 MEMS 소자가 실리콘 웨이퍼와 유리 웨이퍼로 결합되어 있는 형태를 도시하고 있는 단면도,

도 2는 도 1의 A부분의 SEM 사진,

도 3은 MEMS 소자가 실리콘 웨이퍼와 유리 웨이퍼로 결합되어 있는 형태를 도시하고 있는 단면도,

도 4는 도 3의 MEMS 패키지에서 알루미늄 금속을 증착한 후의 MEMS 패키지를 나타내는 단면도,

도 5는 도 4의 증착된 알루미늄을 이온 밀링 장비를 이용하여 밀링하고 있는 상태를 나타내는 도면,

도 6은 증착된 알루미늄을 밀링한 후의 MEMS 패키지의 SEM 사진, 그리고

도 7은 본 발명에 따른 언더컷을 제거할 수 있는 배선방법의 플로우도이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<8> 본 발명은 MEMS 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 언더 컷이 형성되어 있는 비아 홀에 금속 배선을 연결할 때, 언더컷이 있어도 금속배선을 할 수 있는 방법에 관한 것이다.

<9> 반도체 공정기술을 적용, 나노미터(nm)급 초소형 3차원 정밀기계 구조물인 마이크로 머시닝과 DNA·단백질 칩 등 생명공학 관련 기술 및 제품 구현을 가능케 하는 마이크로 전자기계시스템(MEMS: Micro-Electronic Mechanical System) 시장이 급부상할 전망이다.

<10> MEMS는 구조적으로는 증착과 식각 등의 과정을 반복하는 반도체 미세공정기술을 적용해 저렴한 비용으로 초소형 제품의 대량생산을 가능케 하고, 구동력은 전하간에 서로 당기는 힘인 정전기력(Electrostatic Force)과 표면장력 등을 이용해 전류를 발생시켜 전력소비량을 크게 낮추는 원리를 적용한 것으로, 나노 및 시스템온칩(SoC) 기술의 등장과 함께 중요성이 날로 부각되고 있다.

<11> MEMS 소자는 매우 깨지지 쉬운 상태이기 때문에 주위의 유해 환경으로부터 보호하기 위해, 완전히 감싸지고 더 바람직하기는 밀봉된 형태로 패키징된다.

<12> 이와 같이 패키징된 MEMS 소자를 MEMS 라고 칭하기도 한다.

<13> 도 1은 MEMS 소자가 실리콘 웨이퍼와 유리 웨이퍼로 결합되어 있는 형태를 도시하고 있는 단면도이다.



- <14> 도 1에서, 실리콘 기판(12)에 MEMS 소자(13)가 적층되어 있고, MEMS 소자(13)가 적층된 실리콘 기판(12)에 유리 웨이퍼(14)가 결합되어 있다.
- <15> 맴스(MEMS)소자는 예를 들면, 자이로칩(Gyro chip)이 적용가능하고, 실리콘 기판(12)은 SOI 웨이퍼가 적용가능하다.
- <16> 실리콘 기판(12)과 유리 웨이퍼(14)는 아노딕 본딩(anodic bonding) 이란 기술을 이용하여 진공으로 접합되므로, MEMS 소자에 적용할 경우 진공 패키징이 가능하게 된다. 또한, SOI 웨이퍼에 배선을 연결하기 위하여, 구멍이 나 있는 유리 웨이퍼를 이용한다.
- <17> 그런데, 유리 웨이퍼에 구멍(비아홀: via hole)을 뚫는 작업을 행할 때, 유리 웨이퍼에 언더컷(A)이 발생하였다.
- <18> 도 2는 도 1의 A부분의 SEM 사진으로서, 언더컷(15)이 형성되어 있는 것을 더 명확히 알 수 있다.
- <19> 이러한 언더컷은 MEMS 소자의 금속 배선이 끊어지거나 저항값이 높아지고 수율이 낮아 지는 원인이 되었다.
- <20> 따라서, 언더컷 문제를 극복하기 위한 다른 제안들이 있어 왔다. 그러한 방법 중의 하나는 기존에 유리 웨이퍼의 구멍을 완전히 뚫지 않은 다음 에칭 용액을 이용하여 구멍을 뚫는 기술이 개시되어 있다.
- <21> 그러나, 이러한 기술로는 언더컷이 발생하지는 않으나 구멍이 뚫리는 부분과 뚫리지 않는 부분이 발생하고, 공정이 상당히 복잡해지고, 구멍의 불량으로 인하여 자이로칩 수율이 감소하는 문제점이 있었다.

<22> 또한, 유리웨이퍼에 완전히 구멍을 뚫는 경우 제작 공정이 아주 단순해지나 금속 박막을 과도하게 증착하여야 하고 설사 증착하였다고 하여도 금속 배선이 완전히 연결이 되지 않거나 수율이 떨어지는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 유리 웨이퍼에 언더컷이 형성되어 있어도 금속 배선 연결이 가능한 배선방법을 제공하는 것을 본 발명의 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<24> 상기 목적을 달성하기 위해, MEMS 소자를 실리콘 기판에 설치하고, 상기 MEMS 소자가 설치된 실리콘 기판의 상부를 금속 배선연결을 위한 구멍이 형성되어 있는 유리웨이퍼와 접합하는 MEMS 패키징 공정에서 금속배선을 연결하는 방법에 있어서, 상기 구멍에 금속 박막을 증착하는 단계 및 상기 증착된 금속 박막을 이온 밀링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 언더컷을 제거할 수 있는 배선방법이 제공된다.

<25> 또한, 상기 이온 밀링단계는 가속된 가스 입자를 주입시켜서, 상기 입자가 증착되어 있는 금속 박막을 때리도록 하여 상기 증착된 금속 박막을 재증착시킨다.

<26> 또한, 상기 유리 웨이퍼의 구멍 주위에 언더컷이 형성되어 있을 때, 상기 재증착되는 금속 박막은 상기 언더컷 부분을 메꾼다.

<27> 다음은 본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<28> 도 3은 MEMS 소자가 패키징되는 과정중 초기단계에서, MEMS 소자가 실리콘 웨이퍼와 유리 웨이퍼로 결합되어 있는 형태를 도시하고 있는 단면도이다.

- <29> 도 3에서, 실리콘 기판(22)에 MEMS 소자(23)가 결합되어 있고, MEMS 소자(23)가 결합된 실리콘 기판(22)에 유리 웨이퍼(24)가 결합되어 있다.
- <30> 실리콘 기판(22)은 통상적으로 단결정, 다결정 또는 비결정 실리콘 및 SOI(Silicon On Insulator) 웨이퍼가 사용될 수 있다.
- <31> 도 3에서는 유리 웨이퍼(24)가 결합되어 있는 것을 나타냈으나, 실리콘 웨이퍼가 사용될 수도 있다.
- <32> MEMS 소자(23)와 실리콘 기판(22)은 배선(도시 생략)을 사용하여 서로 연결된다.
- <33> 이러한 배선을 위해, 유리 웨이퍼(24)에 이미 비아홀을 뚫고, 비아홀이 형성된 유리 웨이퍼를 실리콘 웨이퍼(22)와 결합할 수 있다. 그런데, 비아홀을 형성할 때, 유리 웨이퍼의 비아홀이 형성된 위치에는 유리 웨이퍼에 대하여 거의 수직으로 비아홀이 형성되는 것이 아니라 이미 설명한 것같이, 언더컷이 형성되게 된다.
- <34> 한편, 유리 웨이퍼(24)와 실리콘 기판(22)이 결합된 후, 실리콘 기판(22)과 유리 웨이퍼(24)의 경계면까지 유리 웨이퍼에 비아홀(26)을 뚫을 수도 있다.
- <35> MEMS 소자(23)가 실리콘 기판(22)과 전기적으로 상호 연결되도록 하기 위해, 여러 가지 배선기술을 취할 수 있다. 특히 구조물 위로 금속을 증착 및 모양을 형성하여 배선을 만들기도 한다. 본 실시예에서는 알루미늄을 증착시키도록 한다.
- <36> 도 4는 도 3의 MEMS 패키지에서 알루미늄 금속을 증착한 후의 MEMS 패키지를 나타내는 단면도이다.

- <37> 도 4에 도시되어 있는 바와 같이, 유리 웨이퍼(24)의 비아홀(26)에 언더컷이 형성되어 있는 부분(B)에는 알루미늄이 증착되지 않은 것을 알 수 있다. 이와 같이, 언더컷 부분(B)에 알루미늄이 증착되지 않아서 금속 배선이 끊어지게 된다.
- <38> 이를 해결하기 위해, 본 실시예에서는 증착된 알루미늄에 대하여 이온 밀링 작업을 행한다.
- <39> 도 5는 도 4의 MEMS 패키지의 알루미늄을 이온 밀링 장비를 이용하여 밀링하고 있는 상태를 나타낸다.
- <40> 도 5에 나타낸 것같이, 이온 밀링장비로 밀링을 하면 열전 효과에 의하여 강한 에너지를 가진 아르곤(Ar) 입자가 바닥에 있던 알루미늄 입자를 재증착(resputtering) 및 리플로우(reflow)시킨다.
- <41> 알루미늄을 5 $\mu$ m 증착시킨 뒤 장비 및 사용하는 파워에 따라 다르나 약 30에서 1시간 정도 시행하는 것이 바람직하다.
- <42> 밀링 과정에서, 아르곤 입자들은 거의 수직하게 낙하하기 때문에, 알루미늄 입자들은 식각되어, 언더컷부분 측으로 서서히 진행된다.
- <43> 그래서, 밀링된 알루미늄이 언더컷 부분을 채우게 되어 언더컷 부분은 제거되고, 배선이 절단되는 것이 방지된다.
- <44> 도 6은 증착된 알루미늄을 밀링한 후의 MEMS 패키지의 SEM 사진으로서, 언더컷 부분이 알루미늄 금속으로 재증착되어 언더컷 부분에 메탈이 증착되어 있는 것을 알 수 있다.

- <45>        다음은 본 발명에 따른 언더컷을 제거할 수 있는 배선방법에 대하여 도 7을 참고하여 설명한다.
- <46>        먼저, 실리콘 웨이퍼에 MEMS 소자를 결합한다(단계 S702)..
- <47>        MEMS 소자가 결합된 실리콘 웨이퍼와 결합시킬 유리웨이퍼에 비아홀을 뚫는다(단계 S704).
- <48>        비아홀이 천공된 유리웨이퍼와 실리콘 웨이퍼를 결합한다(단계 S706).
- <49>        금속 배선을 형성하기 위하여, 유리웨이퍼와 실리콘 웨이퍼가 결합된 것에 알루미늄 스퍼터를 이용하여 알루미늄을 증착한다(단계 S708).
- <50>        MEMS 패키지에 증착된 알루미늄을 이온 밀링 장비를 이용하여 밀링한다(단계 S710).
- <51>        이 공정은 유리 웨이퍼를 사용하여 웨이퍼 단위의 패키징(wafer level package)을 하는 모든 공정에 이용할 수 있다.

#### 【발명의 효과】

- <52>        본 발명에 의하면, 이온 밀러를 이용하여 언더 컷이 있는 비아홀상에도 금속 배선을 연결할 수 있다.
- <53>        또한, 종래의 에칭 용액으로 구멍을 뚫는 방식에 비하여 공정이 간단하고 기존의 금속 배선 작업보다 수율이 매우 높아진다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

MEMS 소자를 실리콘 기판에 설치하고, 상기 MEMS 소자가 설치된 실리콘 기판의 상부를 금속 배선연결을 위한 구멍이 형성되어 있는 유리웨이퍼와 접합하는 MEMS 패키징 공정에서 금속배선을 연결하는 방법에 있어서,

상기 구멍에 금속 박막을 증착하는 단계; 및

상기 증착된 금속 박막을 이온 밀링하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 언더컷 메탈 배선 방법.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 이온 밀링단계는

가속된 가스 입자를 주입시켜서, 상기 입자가 증착되어 있는 금속 박막을 때리도록 하여 상기 증착된 금속 박막을 재증착시키는 것을 특징으로 하는 언더컷 메탈 배선 방법

**【청구항 3】**

제 2항에 있어서,

상기 유리 웨이퍼의 구멍 주위에 언더컷이 형성되어 있을 때, 상기 재증착되는 금속 박막은 상기 언더컷 부분을 메꾸는 것을 특징으로 하는 언더컷 메탈 배선 방법.

**【청구항 4】**

제 3항에 있어서,

상기 이온 밀링단계는 상기 언더컷이 제거될 때까지 행하는 것을 특징으로 하는 언더컷 메탈 배선 방법.

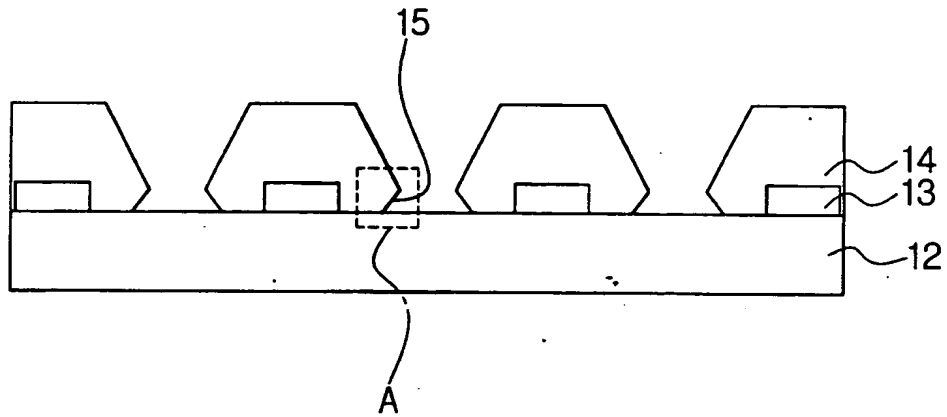
【청구항 5】

제 2항에 있어서,

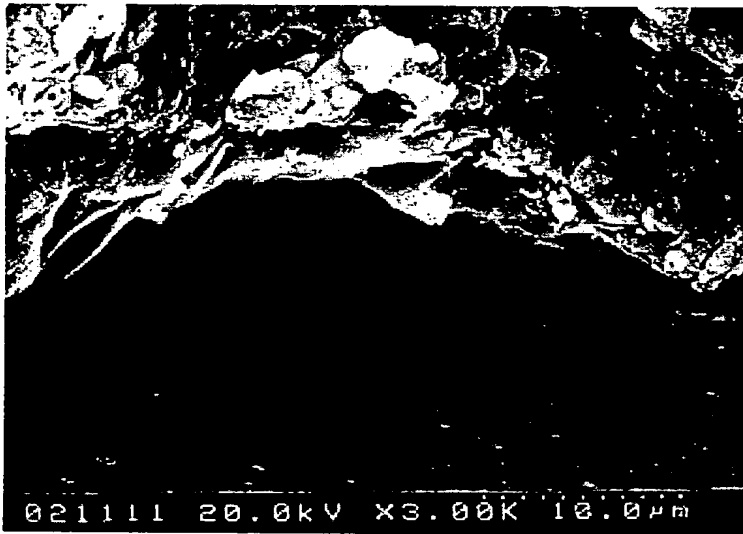
상기 가스는 아르곤인 것을 특징으로 하는 언더컷 메탈 배선 방법.

【도면】

【도 1】

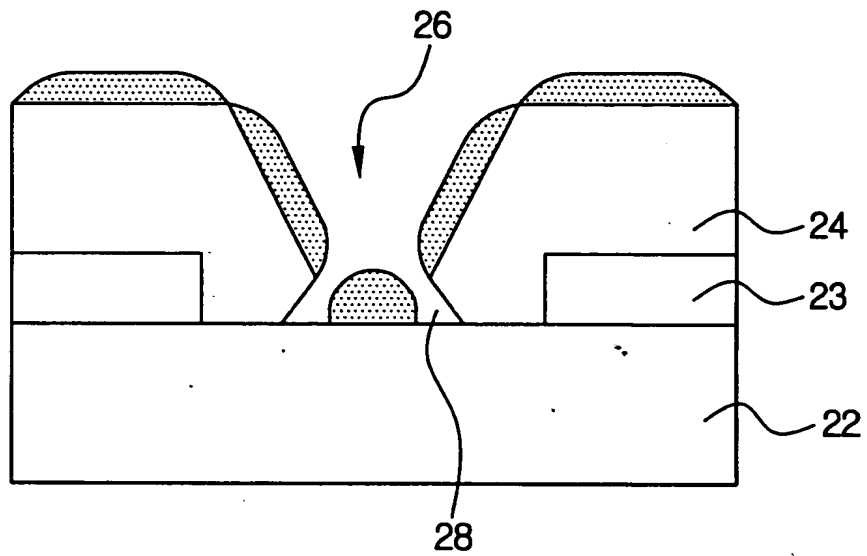


【도 2】

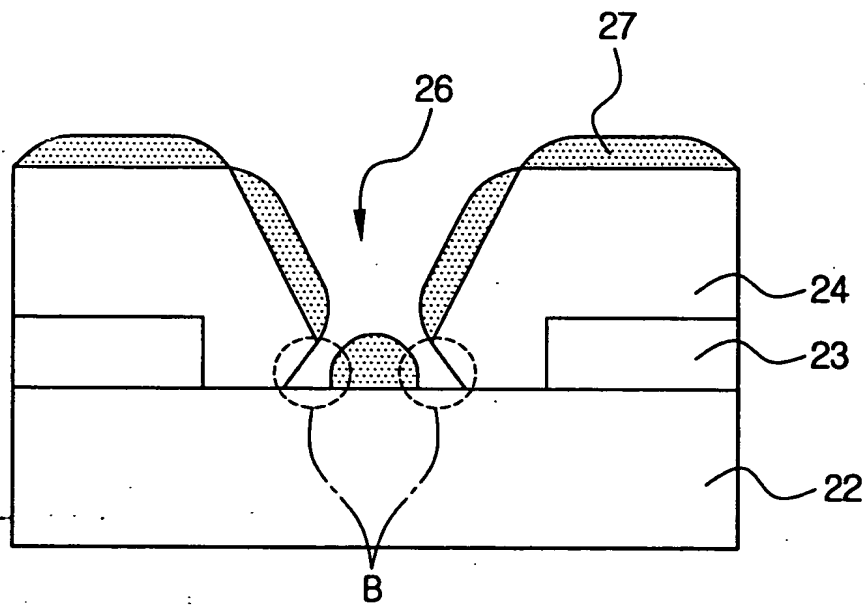




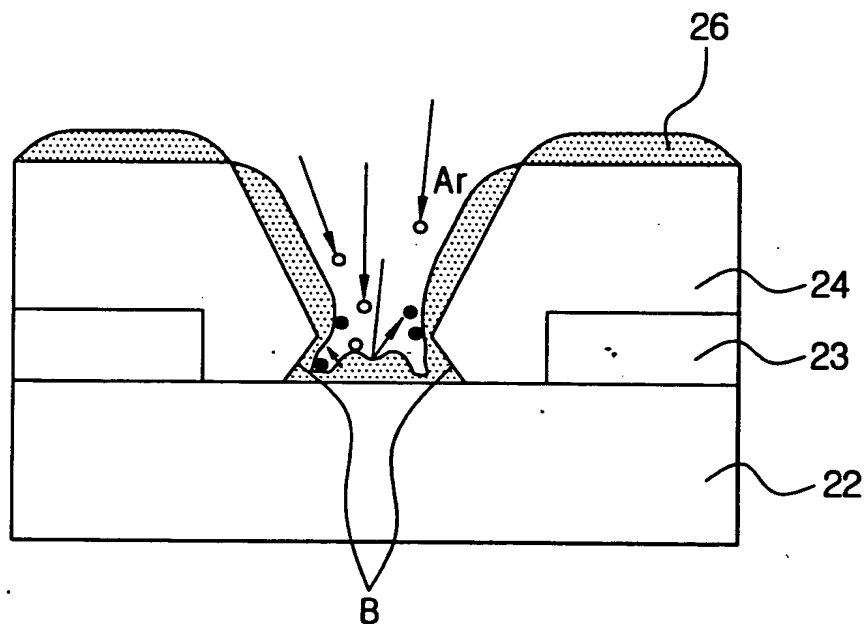
【도 3】



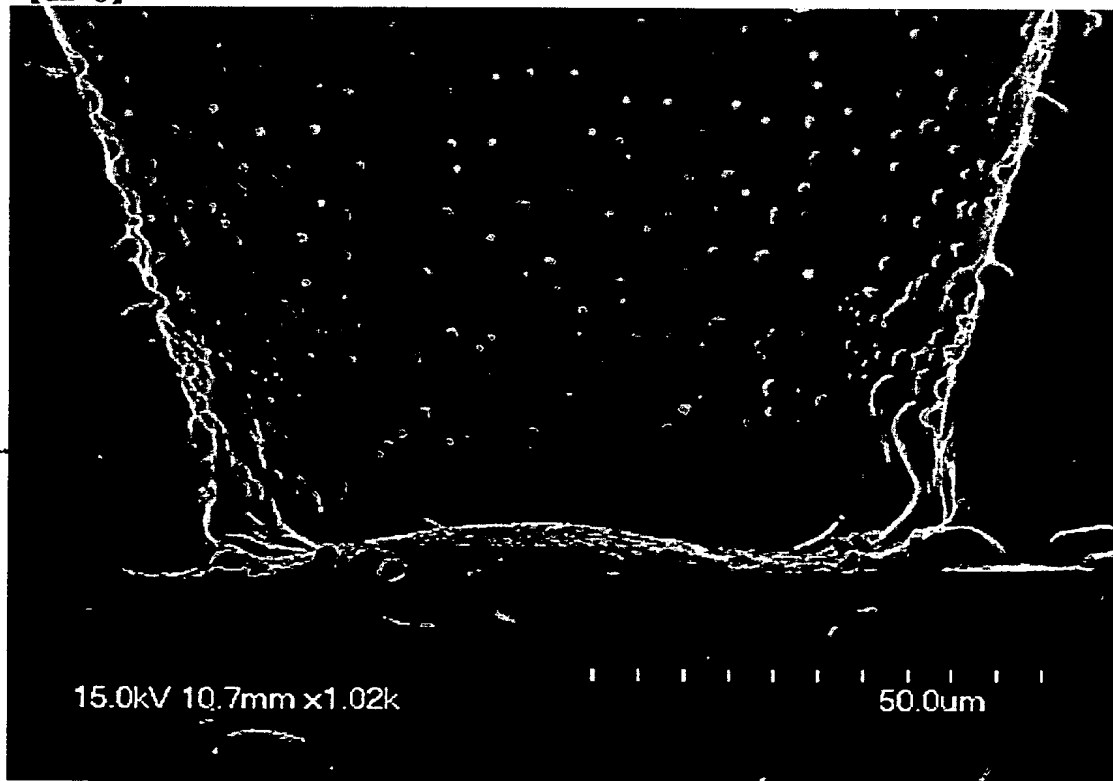
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

